

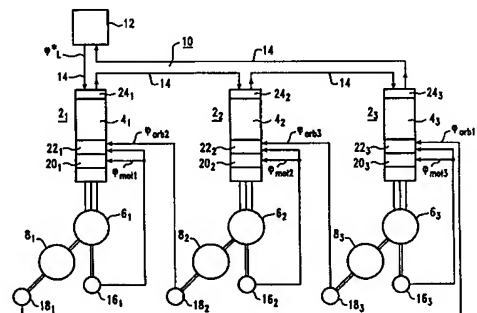
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02P 5/52, G05B 19/414	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/39838 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. September 1998 (11.09.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00513 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Februar 1998 (20.02.98) (30) Prioritätsdaten: 197 08 985.2 5. März 1997 (05.03.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEIDAUER, Jens [DE/DE]; Trautenauerstrasse 32, D-91315 Höchstadt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MAINTAINING THE PERFECT SYNCHRONISM OF INDIVIDUAL, NETWORKED DRIVES OF A DECENTRALIZED DRIVE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUFRECHTERHALTUNG EINES WINKELGENAUEN GLEICHLAUFES EINZELNER VERNETZTER ANTRIEBE EINES DEZENTRALEN ANTRIEBSSYSTEMS

(57) Abstract

The invention relates to a method for maintaining the perfect synchronism of individual networked drives (2₁, 2₂, 2₃) of a decentralized drive system, the drives (2₁, 2₂, 2₃) of which are connected by means of a bus system (10) both to each other and to a control system (12) and each have a converter-fed motor (6₁, 6₂, 6₃) and corresponding power machine (8₁, 8₂, 8₃), which are each fitted with a position sensor (16₁, 16₂, 16₃, 18₁, 18₂, 18₃). The control system (12) generates a control set-point (ϕ^*_{L}) and transmits it to the networked drives (2₁, 2₂, 2₃) by means of the bus system (10). According to the invention, to ensure the perfect synchronism of each drive (2₁, 2₂, 2₃) in relation to a neighbouring drive (2₂, 2₃, 2₁) of the decentralized drive system when the bus system (10) is inoperative, in each case an actual machine position value ($\phi_{arb1,2,3}$) of a drive (2₁, 2₂, 2₃) technologically mounted upstream is used as position set-point (ϕ^*) instead of a predetermined control set-point (ϕ^*_{L}), and the actual motor position value ($\phi_{mot1,2,3}$) is used as actual position value (ϕ) instead of the actual machine position value ($\phi_{arb1,2,3}$). In this way, when the bus system (10) is inoperative each drive (2₁, 2₂, 2₃) is able to maintain perfect synchronism in relation to the neighbouring drive (2₂, 2₃, 2₁), so that the drive system can be shut down in a nondestructive manner.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Aufrechterhaltung eines winkelgenauen Gleichlaufs einzelner vernetzter Antriebe (2₁, 2₂, 2₃) eines dezentralen Antriebssystems, dessen Antriebe (2₁, 2₂, 2₃) jeweils mittels eines Bussystems (10) untereinander und mit einem Leitsystem (12) verbunden sind und jeweils einen umrichter gespeisten Motor (6₁, 6₂, 6₃) mit zugehöriger Arbeitsmaschine (8₁, 8₂, 8₃), die jeweils mit einem Lagegeber (16₁, 16₂, 16₃, 18₁, 18₂, 18₃) versehen sind, aufweisen, wobei das Leitsystem (12) einen Leit-Sollwert (ϕ^*_{L}) generiert und mittels des Bussystems (10) den vernetzten Antrieben (2₁, 2₂, 2₃) zuführt. Erfindungsgemäß wird beim Ausfall dieses Bussystems (10) zum winkelgenauen Gleichlauf jedes Antriebs (2₁, 2₂, 2₃) zu einem benachbarten Antrieb (2₂, 2₃, 2₁) des dezentralen Antriebssystems jeweils als Lage-Sollwert (ϕ^*) anstelle eines vorbestimmten Leit-Sollwertes (ϕ^*_{L}) ein Maschinen-Lageistwert ($\phi_{arb1,2,3}$) eines technologisch vorgelagerten Antriebs (2₁, 2₂, 2₃) und jeweils als Lage-Istwert (ϕ) anstelle seines Maschinen-Lageistwertes ($\phi_{arb1,2,3}$) sein Motor-Lageistwert ($\phi_{mot1,2,3}$) verwendet. Somit kann jeder Antrieb (2₁, 2₂, 2₃) beim Ausfall des Bussystems (10) den winkelgenauen Gleichlauf zum benachbarten Antrieb (2₂, 2₃, 2₁) aufrecht erhalten, wodurch das Antriebssystem zerstörungsfrei stillgesetzt werden kann.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Aufrechterhaltung eines winkel-
genauen Gleichlaufs einzelner vernetzter Antriebe eines de-
zentralen Antriebssystems

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Aufrechter-
haltung eines winkelgenauen Gleichlaufs einzelner vernetzter
Antriebe eines dezentralen Antriebssystems gemäß Oberbegriff
des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des
erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Oberbegriff des An-
spruchs 3.

Ein derartiges dezentrales Antriebssystem ist in der Veröf-
fentlichung "Servoantriebe - vom einfachen Steller zum intel-
ligenten Systembaustein" von Dr. Jens Weidauer, abgedruckt in
der DE-Zeitschrift "AGT", Heft 4, 1996, Seiten 14 bis 18,
vorgestellt. Ein derartiges Antriebssystem ist ebenfalls in
der FIG 1 näher dargestellt.

20

Das in der FIG 1 dargestellte bekannte dezentrale Antriebssy-
stem weist beispielsweise drei digitale intelligente Antriebe
2₁, 2₂ und 2₃ auf, die ihrerseits jeweils einen Umrichter 4₁,
4₂ und 4₃, einen Motor 6₁, 6₂ und 6₃ und eine Arbeitsmaschine
8₁, 8₂ und 8₃ aufweisen. Diese Antriebe 2₁, 2₂ und 2₃ sind mit-
tels eines Bussystems 10 untereinander und mit einem Leitsy-
stem 12 verbunden. Mittels dieses Bussystems 10 können bei-
spielsweise 10 Antriebe 2₁ bis 2₁₀ vom Leitsystem 12 betrieben
werden, wobei mehrere derartige Bussysteme 10 zusammenge-
schaltet werden können. Das hier dargestellte Bussystem 10
weist eine Ringstruktur auf, wobei als Übertragungsmedium ein
Lichtwellenleiter 14 verwendet wird. Durch den Lichtwellen-
leiterring als Übertragungsmedium ist eine höchstmögliche
Störsicherheit bei gleichzeitig hohen Datenraten gewährlei-
stet. Jedem Motor 6₁, 6₂ und 6₃ und jeder Arbeitsmaschine 8₁,

35

8₂ und 8₃ ist ein Lagegeber 16₁, 16₂ und 16₃ beziehungsweise 18₁, 18₂ und 18₃, zugeordnet. Jedes Ausgangssignal $\varphi_{\text{mot}1,2,3}$ der Lagegeber 16₁, 16₂ und 16₃ und jedes Ausgangssignal $\varphi_{\text{arb}1,2,3}$ der Lagegeber 18₁, 18₂ und 18₃ sind einem korrespondierenden Um-
5 richter 4₁, 4₂ und 4₃ zugeführt. Jeder Umrichter 4₁, 4₂ und 4₃ ist mit einer Regeleinrichtung 20₁, 20₂ und 20₃, einer Gleichlaufregeleinrichtung 22₁, 22₂ und 22₃ und einer Busanschaltung 24₁, 24₂ und 24₃ versehen. Eine Ausführungsform einer Regeleinrichtung 20₁, 20₂ und 20₃ ist beispielsweise eine vektori-
10 elle Stromregelung mit überlagerter Drehzahländerung die im Bild 4 der eingangs genannten Veröffentlichung dargestellt ist. D.h., der Motor-Lageistwert $\varphi_{\text{mot}1,2,3}$ wird jeweils der Regeleinrichtung 20₁, 20₂ und 20₃ und der Maschinen-Lageistwert $\varphi_{\text{arb}1,2,3}$ wird jeweils der Gleichlaufregeleinrichtung 22₁, 22₂
15 und 22₃ zugeführt. Das Leitsystem 12 generiert einen Leit-Sollwert φ_L^* , der mittels der Lichtwellenleiter 14 des Bussystems 10 und den Busschaltungen 24₁, 24₂ und 24₃ den Antrieben 4₁, 4₂ und 4₃ zugeführt wird. Diese Antriebe 2₁, 2₂ und 2₃ regeln nun ihrer Lage entsprechend dem vorgegebenen Leit-
20 Sollwert φ_L^* selbständig und erhalten so den mechanischen Winkelgleichlauf elektronisch aufrecht.

Bei der Darstellung des dezentralen Antriebssystems mit digitalen intelligenten Antrieben 2₁, 2₂ und 2₃ gemäß Bild 7 der
25 eingangs genannten Veröffentlichung ist das Bussystem 10 in zwei Busse unterteilt, nämlich einen Feldbus für die Übertragung von Parametern sowie Soll- und Istwerten und einen Datenbus für schnelle Datenübertragung zwischen den Antrieben. Als Feldbus wird der Profibus-DP und als Datenbus eine Peer-to-Peer-Verbindung verwendet. Mittels dieser Peer-to-Peer-
30 Verbindung werden Soll- und Istwerte zwischen den einzelnen Antrieben schnell übertragen, ohne dabei ein überlagertes Automatisierungssystem in Anspruch zu nehmen. Diese Funktional-

lität ist besonders dann von Vorteil, wenn Technologiefunktionen, wie z.B. Gleichlauf- und Positionierregelungen, aus der zentralen Leitebene in die Antriebe verlagert werden.

5 Im Aufsatz "Digitale Antriebe und SERCOS-interface" von Werner Philipp, abgedruckt in der DE-Zeitschrift "Antriebstechnik", Band 31 (1992), Nr. 12, Seiten 30 bis 38, wird das serielle Echtzeit-Kommunikationssystem SERCOS-interface vor-
10 stellt. Zu dem werden in diesem Aufsatz mehrere digitale Antriebssysteme vorgestellt, deren Antriebe und ein Leitsystem mittels diesem SERCOS-interface vernetzt sind (Bilder 3, 4, 6 und 8). Durch dieses Echtzeit-Kommunikationssystem verfügen die Antriebe über Funktionen wie elektronisches Getriebe und elektronische Kurvenscheibe. Mittels SERCOS interface wird
15 bei einem CNC-gesteuerten Antriebssystem eine vollkommene Synchronisation von Istwerterfassung, Sollwertverarbeitung, Regelung und Pulsweitenmodulation aller Achsen erreicht.

In dem Aufsatz "Dezentral bringt mehr" von Jens Thielmann,
20 abgedruckt in der Siemens-Zeitschrift "drive & control" Nr. 1/96, Seiten 4 bis 6, wird das dezentrale Arbeitskonzept am Beispiel einer Form-, Füll- und Verschleißmaschine für Becher vorgestellt. Bei diesem Antriebssystem sind die Umrichter mit verschiedenen Regelungsmodulen, mit einem Technologiemodul
25 und einem Kommunikationsmodul, ausgestattet. Das verwendete Bussystem ist in ein Feldbussystem (Profibus-DP) und ein Datenbussystem (Peer-to-Peer) unterteilt.

Bei diesen vorgestellten dezentralen Antriebssystemen kann es
30 vorkommen, daß das Bussystem gestört wird oder sogar ausfällt. Diese Störung bzw. der Ausfall des Bussystems führt im allgemeinen zum Stillsetzen der Maschine. Während des Stillsetzvorganges muß der Winkelgleichlauf der einzelnen Antriebe bzw. Achsen jedoch so weit gewahrt werden, daß die mechanische Zerstörung einzelner Maschinenteile ausgeschlossen ist.
35

Diese Funktion ist bei einer Struktur entsprechend dem Blockschaltbild gemäß FIG 1 nicht gegeben. Bei Ausfall des Bussystems 10 werden die Antriebe 2_1 , 2_2 , und 2_3 nicht mehr mit den notwendigen Sollwerten versorgt und jeder Antrieb 2_1 , 2_2 , und 2_3 setzt sich unabhängig von den Nachbarantrieben still. Der Winkelgleichlauf geht dabei verloren und mechanische Beschädigungen der Arbeitsmaschine sind nicht auszuschließen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Aufrechterhaltung eines winkelgenauen Gleichlaufes einzelner vernetzter Antriebe eines dezentralen Antriebssystems beim Ausfall seines Bussystems anzugehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß jeder Antrieb mit dem Maschinen-Lageistwert seines technologischen vorgelagerten Antriebes versorgt wird und anstelle seines eigenen Maschinen-Lageistwertes seinen Motor-Lageistwert verwenden kann, stehen auch bei Ausfall des Bussystems alle Signale zur Verfügung, um einen Gleichlauf zwischen den Antrieben aufrechtzuerhalten.

Bei einem vorteilhaften Verfahren wird der eigene Motor-Lageistwert vor der Verwendung als Lage-Istwert der Lageregelung auf einen korrespondierenden Maschinen-Lageistwert umgerechnet. Dadurch wird die Genauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter verbessert.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch veranschaulicht ist.

FIG 1 zeigt ein bekanntes dezentrales Antriebssystem mit mehreren digitalen intelligenten Antrieben, in der

FIG 2 ist ein erfindungsgemäßes dezentrales Antriebssystem mit mehreren digitalen intelligenten Antrieben dargestellt, wobei in der

FIG 3 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht ist.

Bei den Darstellungen der FIG 1 bis 3 werden gleiche Bauelemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

Das dezentrale Antriebssystem gemäß FIG 2 unterscheidet sich vom bekannten dezentralen Antriebssystem gemäß FIG 1 dadurch, daß der maschinenseitige Lagegeber 18_1 , 18_2 und 18_3 eines jeden Antriebs 2_1 , 2_2 und 2_3 ausgangsseitig nicht mehr mit dem Umrichter 4_1 , 4_2 und 4_3 des korrespondierenden Antriebs 2_1 , 2_2 und 2_3 verbunden ist, sondern mit dem Umrichter 4_3 , 4_2 und 4_1 des technologisch folgenden Antriebs 2_3 , 2_2 und 2_1 verbunden ist. D.h., jeder Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} , φ_{arb2} und φ_{arb3} wird einer Gleichlaufregleinrichtung 22_3 , 22_1 und 22_2 eines technologisch folgenden Antriebs 2_3 , 2_2 und 2_1 zugeführt. Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Gleichlaufregleinrichtung 22_1 ist in der FIG 3 näher dargestellt.

Gemäß FIG 3 weist die Gleichlaufregleinrichtung 22_1 einen Lageregelkreis 26 auf, der aus einem Vergleich 28 und einem Lageregler 30 besteht. Dieser Lageregler 30 ist dem Vergleich 28 nachgeschaltet, so daß eine ermittelte Lagedifferenz $\Delta\varphi$ ausgeregelt werden kann. Am Ausgang des Lagereglers 30 steht eine Änderung Δn^* des Drehzahl-Sollwertes n^* für die unterlagerte Drehzahlregelung, die nicht näher dargestellt ist, an. Am nichtinvertierenden Eingang des Vergleichers 28 steht ein Lage-Sollwert φ^* und an seinem invertierenden Eingang ein Lage-Istwert φ an. Eingangsseitig ist dieser Lageregelkreis 26

mit den Ausgängen 32 und 34 einer Umschalteinrichtung 36 verbunden, die eingangsseitig vier Eingänge 38, 40, 42 und 44 und einen Betätigungseingang 46 aufweist. Der Betätigungseingang 46 wird mittels eines Busausfall-Signals S_{BAS} gesteuert, wobei dieses Busausfall-Signal S_{BAS} von der Busanschaltung 24₁ generiert wird, sobald das Bussystem 10 gestört oder ausgefallen ist. Die Eingänge 38 und 42 der Umschalteinrichtung 36 sind für den ungestörten Betrieb und die Eingänge 40 und 44 für den gestörten Betrieb des dezentralen Antriebssystems vorgesehen. Die Eingänge 38 und 42 der Umschalteinrichtung 36 sind mit der Busanschaltung 24₁ verknüpft, die den Leit-Sollwert φ_L^* und den Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} der zugehörigen Arbeitsmaschine 18₁ dem Bussystem 10 entnimmt. Dabei wird der Leit-Sollwert φ_L^* als Lage-Sollwert φ^* und der Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} als Lage-Istwert φ des Lageregelkreises 26 verwendet.

Die Eingänge 40 und 44 der Umschalteinrichtung 36 sind jeweils mit einem Eingang der Gleichlaufregeleinrichtung 22₁ verbunden, an denen der Maschinen-Lageistwert φ_{arb2} des technologisch vorgelagerten Antriebs 2₂ und der Motor-Lageistwert φ_{mot1} des zugehörigen Antriebs 2₁ anstehen. Der Maschinen-Lageistwert φ_{arb2} wird einerseits dem Eingang 40 der Umschalteinrichtung 36 und einem Eingang der Busanschaltung 24₁ zugeführt. Mittels dieser Busanschaltung 24₁ gelangt dieser Maschinen-Lageistwert φ_{arb2} über das Bussystem 10 zur Busanschaltung 24₂ des technologisch vorgelagerten Antriebs 2₂. Der Motor-Lageistwert φ_{mot1} wird über eine Anpaßschaltung 48 dem Eingang 44 der Umschalteinrichtung 36 zugeführt.

30

Die Umschalteinrichtung 36 weist beispielsweise zwei Schalter 50 und 52 auf, die den Eingang 38 oder 40 mit dem Ausgang 32 der Umschalteinrichtung 36 bzw. den Eingang 42 oder 44 mit

dem Ausgang 34 der Umschalteneinrichtung 36 verbindet. Mittels dieser beiden Schalter 50 und 52 kann in Abhängigkeit des Busausfall-Signals S_{BAS} zwischen zwei Sollwerten φ_L^* und φ_{arb2} und zwischen Istwerten φ_{arb1} und φ_{mot1} umgeschaltet werden.

5

Mit Hilfe der Anpaßschaltung 48 wird der ermittelte Motor-Lageistwert φ_{mot1} auf einen korrespondierenden Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} umgerechnet. Dazu ist die Anpaßschaltung 48 mit einem Übersetzungsverhältnis versehen, der das Verhältnis
10 zwischen Motorlage und Maschinenlage wiedergibt.

Somit wird im ungestörten und gestörten Betrieb des dezentralen Antriebssystems jeweils der Maschinen-Lageistwert $\varphi_{arb1,2,3}$ als Lage-Istwert φ des Lageregelkreises 26 verwendet. Der Unterschied besteht jedoch darin, daß im ungestörten Betrieb
15 der Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} über das Bussystem 10 vom technologisch vorgelagerten Antrieb 2₃ geliefert wird und daß im gestörten Betrieb dieser Maschinen-Lageistwert φ_{arb1} aus dem ermittelten Motor-Lageistwert φ_{mot1} abgeleitet wird. Die
20 Signale für den Lage-Sollwert φ^* des Lageregelkreises 26 sind im ungestörten Betrieb nach dem erfindungsgemäßen Verfahren unterschiedlich. Im ungestörten Betrieb wird der vom Leitsystem 12 generierte Leit-Sollwert φ_L^* als Lage-Sollwert φ^* des Lageregelkreises 26 verwendet, wogegen im gestörten Betrieb
25 der Maschinen-Lageistwert φ_{arb2} des technologisch vorgelagerten Antriebs 2₂ als Lage-Sollwert φ^* verwendet wird.

Dadurch kennt jeder Antrieb 2₁, 2₂, und 2₃ des dezentralen Antriebssystems beim Ausfall des Bussystems 10 die augenblickliche Maschinenlage $\varphi_{arb1,2,3}$ des technologisch vorgelagerten
30 Antriebs 2₂, 2₃ und 2₁ und seine eigene augenblickliche Lage

$\varphi_{\text{mot}1,2,3}$, so daß jeder Antrieb 2_1 , 2_2 und 2_3 mit seiner Gleich-
laufregeleinrichtung 22_1 , 22_2 und 22_3 dem winkelgenauen Gleich-
lauf mit dem technologisch vorgelagerten Antrieb 2_2 , 2_3 und 2_1
aufrecht erhalten kann. Somit ist ein zerstörungsfreies
5 Stillsetzen des dezentralen Antriebssystems möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufrechterhaltung eines winkelgenauen Gleichlaufs einzelner vernetzter Antriebe ($2_1, 2_2, 2_3$) eines
5 dezentralen Antriebssystems, dessen Antriebe ($2_1, 2_2, 2_3$) jeweils mittels eines Bussystems (10) untereinander und mit einem Leitsystem (12) verbunden sind und jeweils einen umrichtergespeisten Motor ($6_1, 6_2, 6_3$) mit zugehöriger Arbeitsmaschine ($8_1, 8_2, 8_3$), die jeweils mit einem Lagegeber
10 ($16_1, 16_2, 16_3, ; 18_1, 18_2, 18_3$) versehen sind, aufweisen, wobei das Leitsystem (12) einen Leit-Sollwert (φ_L^*) generiert und mittels des Bussystems (10) den vernetzten Antrieben ($2_1, 2_2, 2_3$) zuführt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 daß beim Ausfall dieses Bussystems (10) zum winkelgenauen Gleichlauf jedes Antriebs ($2_1, 2_2, 2_3$) zu einem benachbarten Antrieb ($2_2, 2_3, 2_1$) des dezentralen Antriebssystems jeweils als Lage-Sollwert (φ^*) anstelle eines vorbestimmten Lagesollwertes (φ_L^*) ein Maschinen-Lageleistwert ($\varphi_{arb2}, \varphi_{arb3}, \varphi_{arb1}$) eines
20 technologisch vorgelagerten Antriebs ($2_2, 2_3, 2_1$) und jeweils als Lage-Istwert (φ) anstelle seines Maschinen-Lageleistwertes ($\varphi_{arb1}, \varphi_{arb2}, \varphi_{arb3}$) sein Motor-Lageleistwert ($\varphi_{mot1}, \varphi_{mot2}, \varphi_{mot3}$) verwendet wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Motor-Lageleistwert (φ_{mot}) in einem korrespondierenden Maschinen-Lageleistwert (φ_{arb}) umgerechnet wird.
- 30 3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Aufrechterhaltung eines winkelgenauen Gleichlaufs einzelner vernetzter Antriebe ($2_1, 2_2, 2_3$) eines dezentralen Antriebssystems nach Anspruch 1, wobei die Umrichter ($4_1, 4_2, 4_3$) jeweils mit einer einen Vergleicher (28) mit nachgeschaltetem Lageregler

(30) aufweisenden Gleichlaufregleinrichtung ($22_1, 22_2, 22_3$) und mit einer Busanschaltung ($24_1, 24_2, 24_3$) versehen sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Gleichlaufregleinrichtung ($22_1, 22_2, 22_3$) eine Umschalteinrichtung (36) aufweist, deren beiden Ausgänge (32,34) mit den Eingängen des Vergleichers (28), deren beiden ersten Eingänge (38,42) und dessen Betätigungseingang (46) mit der Busanschaltung ($24_1, 24_2, 24_3$) und deren beiden zweiten Eingängen (40,44), jeweils mit einem Eingang der Gleichlaufregleinrichtung ($22_1, 22_2, 22_3$), an denen ein Maschinen- und ein Motor-Lageistwert ($\varphi_{arb2}, \varphi_{arb3}, \varphi_{arb1}; \varphi_{mot1}, \varphi_{mot2}, \varphi_{mot3}$) anstehen, verknüpft sind und daß der Eingang der Gleichlaufregleinrichtung ($22_1, 22_2, 22_3$), an dem ein Maschinen-Lageistwert ($\varphi_{arb1}, \varphi_{arb2}, \varphi_{arb3}$) ansteht, mit der Busanschaltung ($24_1, 24_2, 24_3$) verknüpft ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Eingang, an dem ein Motor-Lageistwert (φ_{mot}) ansteht, eine Anpaßschaltung (48) nachgeschaltet ist, die ausgangseitig mit einem zweiten Eingang (44) der Umschalteinrichtung (36) verknüpft ist.

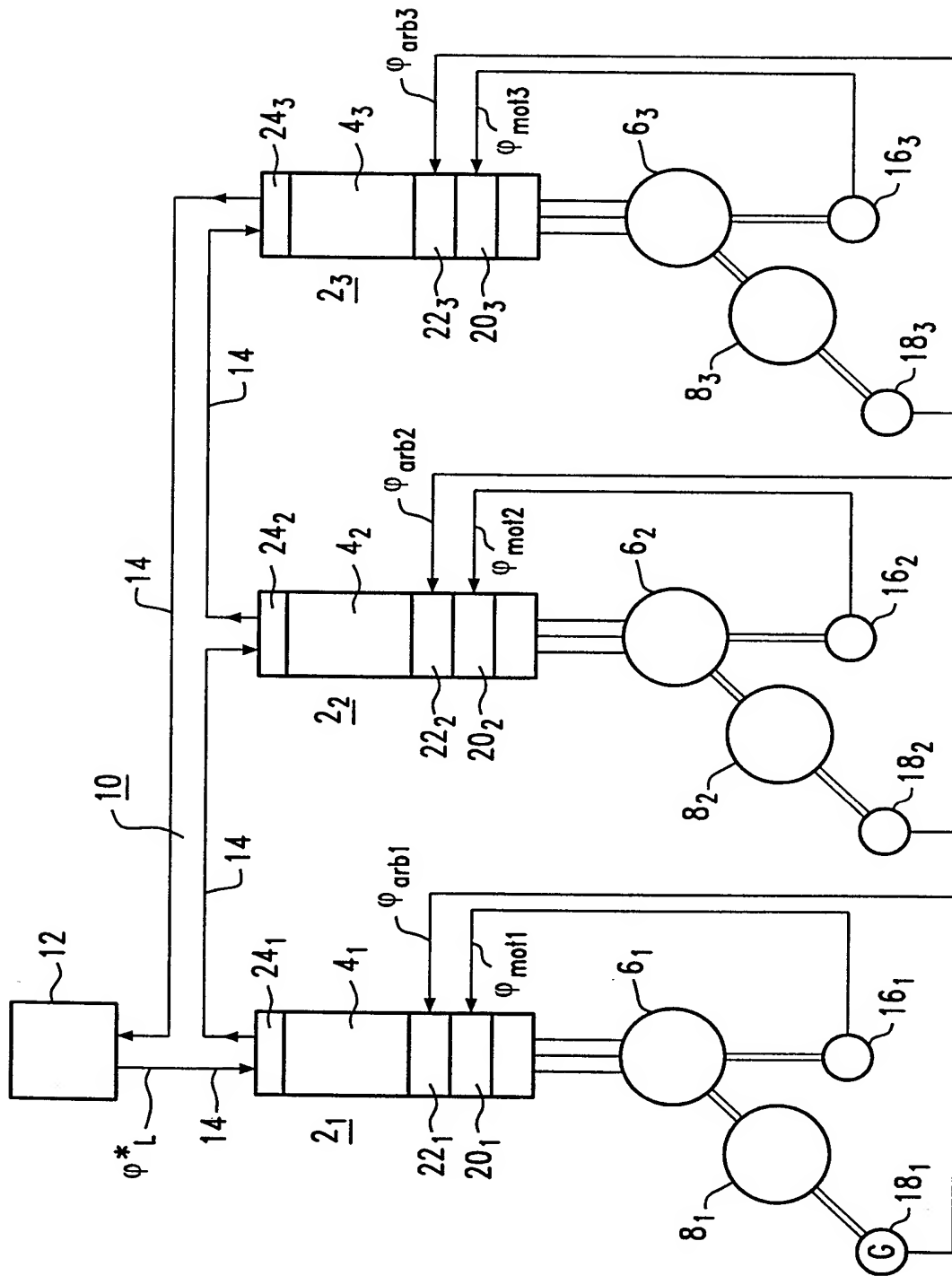
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Umschalteinrichtung (36) zwei Umschalter (50,52) aufweist, die gleichzeitig betätigt werden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Bussystem (10) ein Echtzeit-Kommunikationssystem vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Echtzeit-Kommunikationssystem das SERCOS-interface
verwendet wird.

$1/3$

FIG 1



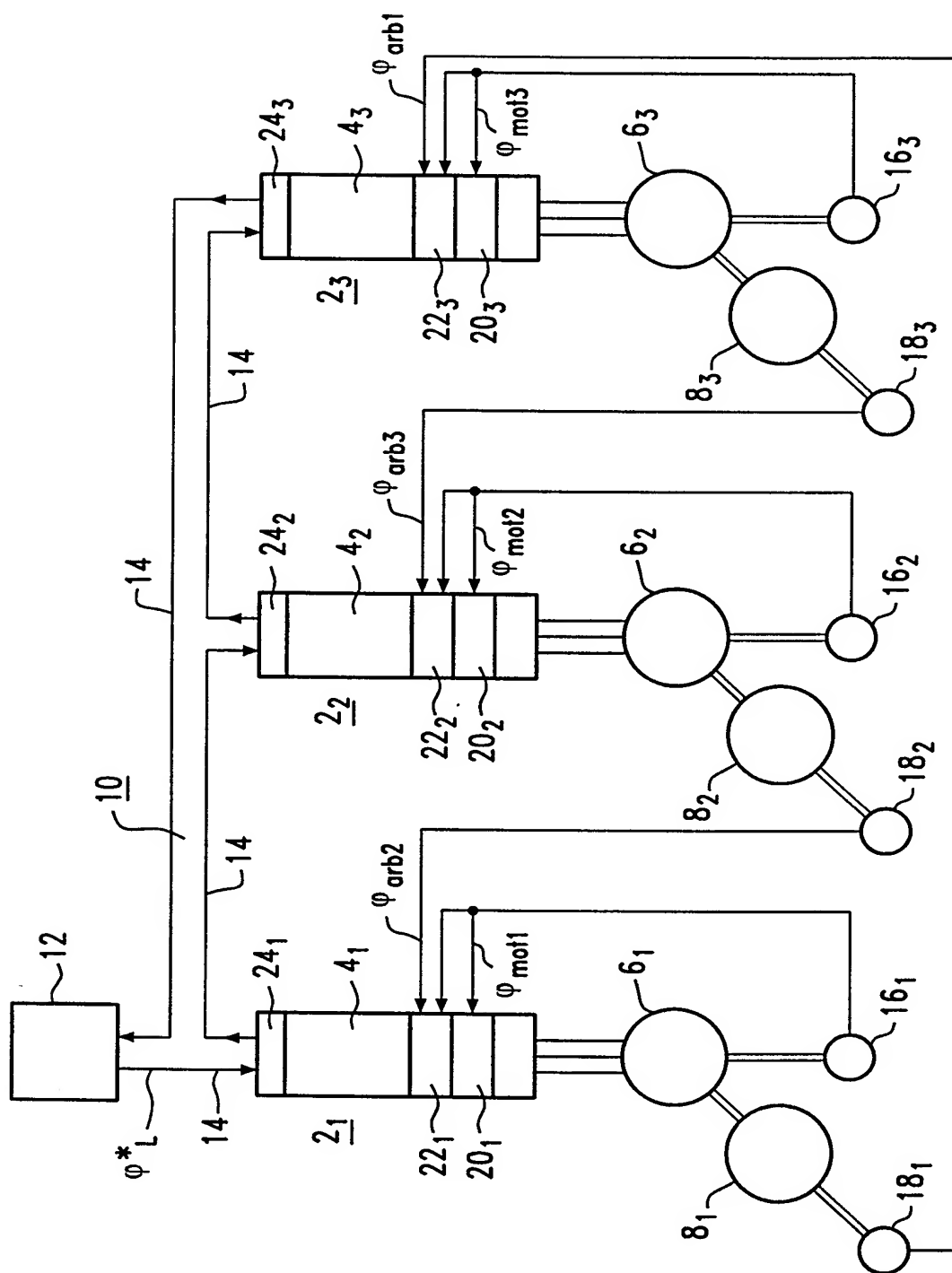


FIG 2

3/3

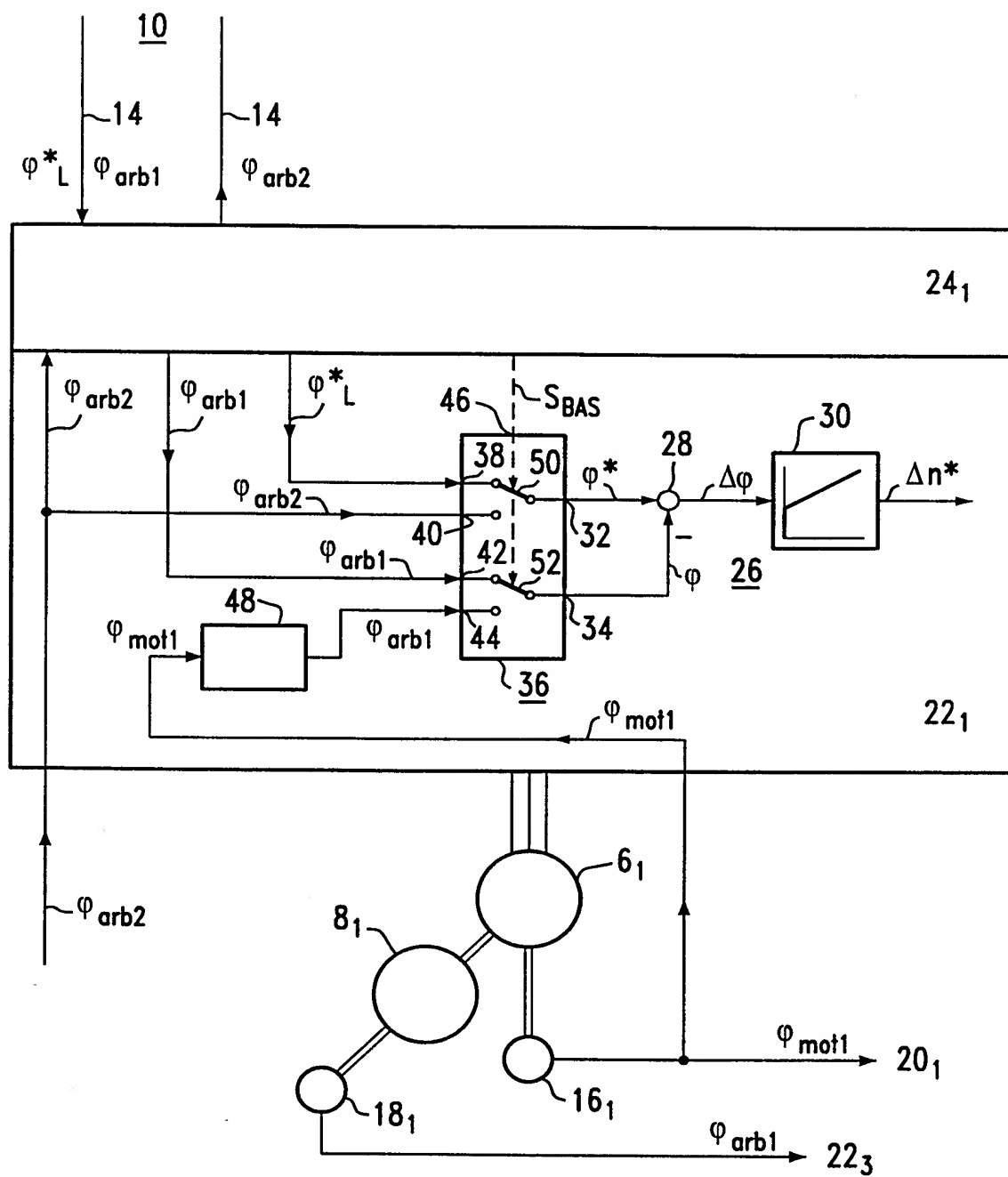


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/00513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H02P5/52 G05B19/414

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02P G05B D01H B41F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 698 572 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS GMBH) 28 February 1996 see abstract see column 4, line 5 - column 5, line 20; figures 1,2	1,3
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 521 (E-1435), 20 September 1993 & JP 05 137183 A (TOEI DENKI KK), 1 June 1993, see abstract --- -/--	1,3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 July 1998

Date of mailing of the international search report

17/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beitner, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No
PCT/DE 98/00513

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 878 002 A (HEATZIG ET AL.) 31 October 1989 see abstract see column 1, line 67 - column 2, line 45 see column 3, line 144 - column 4, line 34; figures 2,3 ---	1,3
A	EP 0 156 921 A (FANUC LTD.) 9 October 1985 see abstract see page 2, line 20 - page 5, line 13; figures 1,2 ---	1
A	EP 0 466 049 A (MASCHINENFABRIK RIETER AG) 15 January 1992 see column 5, line 39 - column 7, line 43 see column 8, line 20-57; figures 1,2 ---	1,3
A	DE 43 22 991 A (HITACHI LTD.) 13 January 1994 see abstract see column 4, line 17 - column 5, line 59 see column 8, line 43 - column 10, line 52 see column 11, line 25 - column 13, line 47; figures 2-5,8-11 ---	1
A	US 5 391 970 A (CHAFFEE ET AL.) 21 February 1995 see column 2, line 26 - column 3, line 36 see column 5, line 35 - column 7, line 33; figures 1,2; table I ---	1
A	DE 42 24 755 A (BUDIG) 3 February 1994 see column 3, line 16 - column 4, line 2; figure 1 -----	1,3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In. ational Application No

PCT/DE 98/00513

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 698572	A	28-02-1996	DE 4430550 A FI 954009 A	29-02-1996 28-02-1996
US 4878002	A	31-10-1989	GB 2225454 A,B	30-05-1990
EP 156921	A	09-10-1985	JP 60063609 A WO 8501365 A	12-04-1985 28-03-1985
EP 466049	A	15-01-1992	CH 683535 A DE 59102817 D JP 4240227 A US 5412301 A	31-03-1994 13-10-1994 27-08-1992 02-05-1995
DE 4322991	A	13-01-1994	JP 6078578 A	18-03-1994
US 5391970	A	21-02-1995	NONE	
DE 4224755	A	03-02-1994	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02P5/52 G05B19/414

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H02P G05B D01H B41F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 698 572 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS GMBH) 28. Februar 1996 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 4, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 20; Abbildungen 1,2 ---	1,3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 521 (E-1435), 20. September 1993 & JP 05 137183 A (TOEI DENKI KK), 1. Juni 1993, siehe Zusammenfassung --- -/--	1,3



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

² Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juli 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/07/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beitner, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 878 002 A (HEATZIG ET AL.) 31.Oktober 1989 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 45 siehe Spalte 3, Zeile 144 - Spalte 4, Zeile 34; Abbildungen 2,3 ---	1,3
A	EP 0 156 921 A (FANUC LTD.) 9.Oktober 1985 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 13; Abbildungen 1,2 ---	1
A	EP 0 466 049 A (MASCHINENFABRIK RIETER AG) 15.Januar 1992 siehe Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 7, Zeile 43 siehe Spalte 8, Zeile 20-57; Abbildungen 1,2 ---	1,3
A	DE 43 22 991 A (HITACHI LTD.) 13.Januar 1994 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 4, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 59 siehe Spalte 8, Zeile 43 - Spalte 10, Zeile 52 siehe Spalte 11, Zeile 25 - Spalte 13, Zeile 47; Abbildungen 2-5,8-11 ---	1
A	US 5 391 970 A (CHAFFEE ET AL.) 21.Februar 1995 siehe Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 36 siehe Spalte 5, Zeile 35 - Spalte 7, Zeile 33; Abbildungen 1,2; Tabelle I ---	1
A	DE 42 24 755 A (BUDIG) 3.Februar 1994 siehe Spalte 3, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 1 -----	1,3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In ,tionales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00513

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 698572	A	28-02-1996	DE	4430550 A	29-02-1996
			FI	954009 A	28-02-1996
US 4878002	A	31-10-1989	GB	2225454 A,B	30-05-1990
EP 156921	A	09-10-1985	JP	60063609 A	12-04-1985
			WO	8501365 A	28-03-1985
EP 466049	A	15-01-1992	CH	683535 A	31-03-1994
			DE	59102817 D	13-10-1994
			JP	4240227 A	27-08-1992
			US	5412301 A	02-05-1995
DE 4322991	A	13-01-1994	JP	6078578 A	18-03-1994
US 5391970	A	21-02-1995	KEINE		
DE 4224755	A	03-02-1994	KEINE		